

明 細 書

弾性表面波素子およびその製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、特に携帯電話等に用いられる弾性表面波素子およびその製造方法に関するものである。

背景技術

- [0002] 近年、小型軽量な弾性表面波素子は、各種移動体通信端末機器等の電子機器に多く使用されている。特に、周波数帯域が800MHzから2GHzの範囲における携帯電話システムの無線回路部には、タンタル酸リチウム(以下、「LT」と記す。)基板を用いて作製された弾性表面波フィルタが広く用いられている。そのLT基板は、その切出角度が、X軸周りのZ軸方向への回転角度が 39° であるY板から切出された、いわゆる 39° YカットX伝播のLT(以下、「 39° YLT」と記す。)基板が用いられる場合が多い。
- [0003] しかしながら、 39° YLT基板では、弾性表面波の伝播方向における基板の熱膨張係数が大きく、また弾性定数そのものも温度により変化する。このため、フィルタの周波数特性は、温度変化に対して約 -36ppm/K と大きい。このように、この種の従来の弾性表面波素子には温度特性に課題があった。
- [0004] 例えば、アメリカのPCS(Personal Communication Services)用の送信フィルタを例にとって考えた場合、常温で中心周波数1.88GHzのフィルタが、常温 $\pm 50^{\circ}\text{C}$ で、約 $\pm 3.3\text{MHz}$ つまり幅で約6.6MHzも変動する。PCSの場合、送信帯域と受信帯域の間隔は20MHzしかなく、製造上の周波数ばらつきも考慮すると、フィルタについての送受信間隔は実質10MHz程度しかない。このため、例えば送信帯域を全温度(常温 $\pm 50^{\circ}\text{C}$)で確保しようとする、受信側の減衰量が十分に取れなくなるという虞があった。
- [0005] そこで温度特性を改善するために、例えば 39° YLT基板に対して、線膨張係数の異なる基板を貼り合わせることが行われている。しかし、このような従来の方法では、特殊な洗浄方法が必要であったり、また、貼り合わせ強度を得るためには熱処理が

必要であつたりする。この結果、従来の弾性表面波素子には熱歪みが残るなどと言つた問題を有していた。

- [0006] なお、本出願の発明に関連する先行技術文献としては、例えば日本特許出願特開2004－297693号公報が知られている。

発明の開示

- [0007] 本発明の弾性表面波素子は、圧電基板と、圧電基板の第1の主面上に形成された櫛形電極と、圧電基板の第2の主面と接合された支持基板とを含む。圧電基板の第2の主面と支持基板とは金属層を介して接合される。
- [0008] この構成により、周波数特性の温度による変化を小さくしながら、電気的特性の優れた弾性表面波素子を得ることができる。
- [0009] また、本発明の弾性表面波素子の製造方法は、第1の主面と第2の主面を有する圧電基板における第2の主面に第1の金属層を形成するステップと、支持基板の主面に第2の金属層を形成するステップと、第1の金属層と第2の金属層の表面をプラズマ中で活性化するステップと、第1の金属層と第2の金属層とを常温で接合するステップと、圧電基板の第1の主面に櫛形電極を形成するステップとを含む。
- [0010] この方法により、周波数特性の温度による変化を小さくしながら、電気的特性の優れた弾性表面波素子を製造することができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]図1は本発明の実施の形態における弾性表面波素子の断面図である。
[図2]図2は本発明の実施の形態における別の弾性表面波素子の断面図である。
[図3A]図3Aは本発明の実施の形態における弾性表面波素子の製造方法の説明図である。
[図3B]図3Bは同製造方法の説明図である。
[図3C]図3Cは同製造方法の説明図である。

符号の説明

- [0012] 11, 21 圧電基板
12, 22 櫛形電極
13, 23 支持基板

- 14 金属層
- 15, 25 スルーホール
- 16, 26 導電体(導電体層)
- 17, 27 放熱層
- 24a 第1の金属層
- 24b 第2の金属層
- 31, 41 圧電基板の第1の主面
- 32, 42 圧電基板の第2の主面
- 50 支持基板の主面

発明を実施するための最良の形態

- [0013] 以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。図1は本発明の実施の形態における弾性表面波素子の断面図である。図1において、本実施の形態の弾性表面波素子は、圧電基板11と、圧電基板11の第1の主面31上に形成された楕形電極12と、圧電基板11の第2の主面32と接合された支持基板13とを含む。圧電基板11の第2の主面32と支持基板13とは金属層14を介して接合される。
- [0014] 図1に示す本実施形態の弾性表面波素子について、さらに詳細に説明する。圧電基板11は回転Yカットタンタル酸リチウムで構成されている。より具体的には、圧電基板11は39° YLTから構成されている。この圧電基板11の第1の主面31に楕形電極12を設ける。支持基板13はサファイアなどから構成されている。圧電基板11の第2の主面32と支持基板13とは、金などからなる金属層14を介して接合されている。
- [0015] この構成により、圧電基板11と支持基板13の線膨張率の違いにより、周波数特性の温度による変化を小さくすることができる。また、圧電基板11と支持基板13とを金属層14を介して接合することによって常温で接合することができる。このため、接合による熱歪みが残ることがなく、電気的特性を安定させることができる。ここで、常温で接合するとは、特に圧電基板11や支持基板13を加熱することなく接合することを意味する。
- [0016] 図2は本発明の実施の形態における別の弾性表面波素子の断面図である。図2に示す実施形態の弾性表面波素子は、圧電基板11と、圧電基板11の第1の主面31

上に形成された櫛形電極12と、圧電基板11の第2の主面32と接合された支持基板13とを含む。圧電基板11の第2の主面32と支持基板13とは金属層14を介して接合される。さらに、支持基板13にスルーホール15を設け、少なくともスルーホール15の内壁に、導電体であるニッケルからなる導電体層16を設けている。こうして、金属層14と導電体層16とを電氣的に接続している。

- [0017] なお、図2に示すように、さらに支持基板13に金属からなる放熱層17を設け、導電体層16と電氣的に接続することが望ましい。
- [0018] この構成により、櫛形電極12で発生した熱を金属層14および導電体層16を介して放熱層17から放熱させることができる。その結果、図2に示す弾性表面波素子は、電氣的特性の安定化および耐電力性の向上を図ることができる。また、電磁的なシールド性も向上することができる。
- [0019] また、圧電基板を別の基板と貼り合わせると、その境界面で音響インピーダンスのミスマッチが起こり、不要なバルク波を反射させることになり、周波数特性にスプリアス(spurious)すなわち、目的とする周波数以外の不要な成分が発生しやすい。
- [0020] これに点については、金属層14が、ストライプ状あるいはメッシュ状等になるように、圧電基板11の第2の主面32において、金属層14の一部の金属を取り除いて金属が付着してない部分を構成することによって、不要なバルク波を散乱させ、スプリアスの影響を低減させることができる。このように、圧電基板11の第2の主面32に付着する金属層14は、その金属層14の一部の金属が取り除かれた構成をしている。
- [0021] この場合、金属層14におけるストライプあるいはメッシュの延伸方向は、次のように構成することが好ましい。本実施の形態の弾性表面波素子において、弾性表面波の伝播方向は、圧電基板11の表面において、櫛形電極12の延伸方向に対して直角方向である。この櫛形電極12の延伸方向の直角方向に対して、金属層14におけるストライプあるいはメッシュの延伸方向を、圧電基板11を挟んで平行でもなく直交でもなく斜め方向に立体交差するように設定するとよい。このように構成することにより、不要なバルク波の影響をより低減することができる。また、そのピッチは、弾性表面波の波長オーダーに設定することが望ましく、複数のピッチが混じるようにすればさらに好ましい。

- [0022] 次に、図3Aから図3Cを用いて、本発明の実施の形態における弾性表面波素子の製造方法を説明する。本発明の実施の形態における弾性表面波素子の製造方法は、第1の主面41と第2の主面42を有する圧電基板21における第2の主面42に第1の金属層24aを形成するステップと、支持基板23の主面50に第2の金属層24bを形成するステップと、第1の金属層24aと第2の金属層24bの表面をプラズマ中で活性化するステップと、第1の金属層24aと第2の金属層24bとを常温で接合するステップと、圧電基板21の第1の主面41に楕形電極22を形成するステップとを含む。
- [0023] 図3Aから図3Cを用いて、本発明の実施の形態における弾性表面波素子の製造方法をさらに詳細に説明する。まず、図3Aのように、ウェハ状の厚さ約0.35mmの39° YLTからなる圧電基板21の第2の主面42に第1の金属層24aとして、約100nmの厚さで金をスパッタ蒸着する。
- [0024] また、同様にウェハ状の厚さ約0.3mmのシリコン基板からなる支持基板23の主面50にも、第2の金属層24bとして約100nmの厚さで金をスパッタ蒸着する。このとき第1の金属層24aおよび第2の金属層24bを形成する面は、鏡面研磨されていることが望ましい。
- [0025] 次に、チャンバー内でアルゴンプラズマ等により、第1の金属層24aおよび第2の金属層24bの表面を清浄化および活性化させ、第1の金属層と第2の金属層とを対面させて、常温で圧力を加えて接合することにより、図3Bのようになる。
- [0026] その後、圧電基板21の第1の主面41に、楕形電極22等の弾性表面波素子としての電極を形成する。ただし、この場合、圧電基板21と支持基板23を合わせると厚さが約0.65mmとなるため、接合した後、圧電基板21または支持基板23のいずれか一方、あるいは両方を研削あるいは研磨によって薄くすることが望ましい。
- [0027] また、第1の金属層24aと第2の金属層24bとは、異なる金属でも可能であるが、接合のしやすさを考えると、同じ金属を用いるのが望ましい。
- [0028] さらに、圧電基板21の第2の主面42において、第1の金属層24aの一部に金属が付着していないようにするために、第1の金属層24aに金を用いる場合、まず圧電基板21の第2の主面42にレジストパターンを形成した後に、金を蒸着し、リフトオフにより一部の金を取り除き、第1の金属層24aをメッシュ状にする。

- [0029] 従来、バルク波の散乱のためには、圧電基板の裏面を「粗し加工」を行う等の手段を用いてきたが、この場合その形状を自由に作ることはできなかった。しかしながら、本実施の形態の場合、例えばフォトリソグラフィ(photolithography)によってパターンを形成できるため、特性に応じて必要な形状を得ることができる。また、従来の「粗し加工」によるものでは、熱負荷による圧電基板の割れの虞もあったが、本実施の形態では裏面を鏡面状態にできるため、熱負荷にも強い。
- [0030] 一方、支持基板23の主面50全体に第2の金属層24bを形成する方は一様な膜でもかまわない。この第1の金属層24aと第2の金属層24bとを常温で接合することにより、不要なバルク波を散乱させ、スプリアスの影響を低減させることができる。
- [0031] また、第1の金属層24aにアルミニウムのようなエッチングしやすい金属を用いる場合には、エッチングによって所定のパターンを形成してもかまわない。
- [0032] さらに図3Cのように、圧電基板21と支持基板23とを接合し、圧電基板21に楕形電極22等の弾性表面波素子の電極を形成する。
- [0033] その後、必要に応じて支持基板23の主面50を研削または研磨により薄板化したあと、支持基板23側にレジストパターンを形成し、ドライエッチング等の方法により支持基板23をエッチングする。こうして、第2の金属層24bに達するスルーホール25を形成し、レジストパターンを除去した後に、支持基板23の主面50に導電体であるチタン、ニッケル等の金属を約 $1\mu\text{m}$ の厚さでスパッタ蒸着する。こうして、第2の金属層24b、スルーホール25の内壁、支持基板23を覆う導電体層26および放熱層27を形成する。さらにその上にメッキすることにより、スルーホール25内部全体を導電体層26で埋めることが望ましい。
- [0034] ここで、スルーホール25および導電体層26を形成するステップは、圧電基板21の第1の主面41に楕形電極22等を形成するステップの前であっても、後であってもかまわない。
- [0035] 最後に所定の寸法に切断することにより、個々の弾性表面波素子を得る。このようにすることにより、周波数特性の温度による変化が小さく、かつ電気的特性および信頼性に優れた弾性表面波素子を得ることができる。

産業上の利用可能性

[0036] 本発明は、周波数特性の温度による変化が小さくし、かつ電気的特性も向上した弾性表面波素子を実現するものであり、産業上有用である。

請求の範囲

- [1] 圧電基板と、
前記圧電基板の第1の主面上に形成された櫛形電極と、
前記圧電基板の第2の主面と接合された支持基板とを含み、
前記圧電基板の第2の主面と前記支持基板とは金属層を介して接合された弾性表面波素子。
- [2] 前記支持基板は、スルーホールと、前記スルーホール内に設けられた導電体とを備え、前記導電体と前記金属層とを電氣的に接続した請求項1記載の弾性表面波素子。
- [3] 前記金属層は、前記金属層の一部の金属が取り除かれた請求項1記載の弾性表面波素子。
- [4] 前記圧電基板は、回転Yカットタンタル酸リチウムが用いられた請求項1記載の弾性表面波素子。
- [5] 前記支持基板は、サファイア基板が用いられた請求項1記載の弾性表面波素子。
- [6] 前記金属層は、金が用いられた請求項1記載の弾性表面波素子。
- [7] 第1の主面と第2の主面を有する圧電基板における前記第2の主面に第1の金属層を形成するステップと、
支持基板の主面に第2の金属層を形成するステップと、
前記第1の金属層と前記第2の金属層の表面をプラズマ中で活性化するステップと、
前記第1の金属層と前記第2の金属層とを常温で接合するステップと、
前記圧電基板の前記第1の主面に櫛形電極を形成するステップとを含む弾性表面波素子の製造方法。
- [8] 前記第1の金属層と前記第2の金属層とを同じ金属で形成した請求項7記載の弾性表面波素子の製造方法。
- [9] さらに、前記圧電基板の第2の主面にリフトオフによって、一部の金属を取り除いた前記第1の金属層を形成するステップと、
前記支持基板の主面全体に前記第2の金属層を形成するステップと、
前記第1の金属層と前記第2の金属層とを常温で接合するステップとを含む請求項7

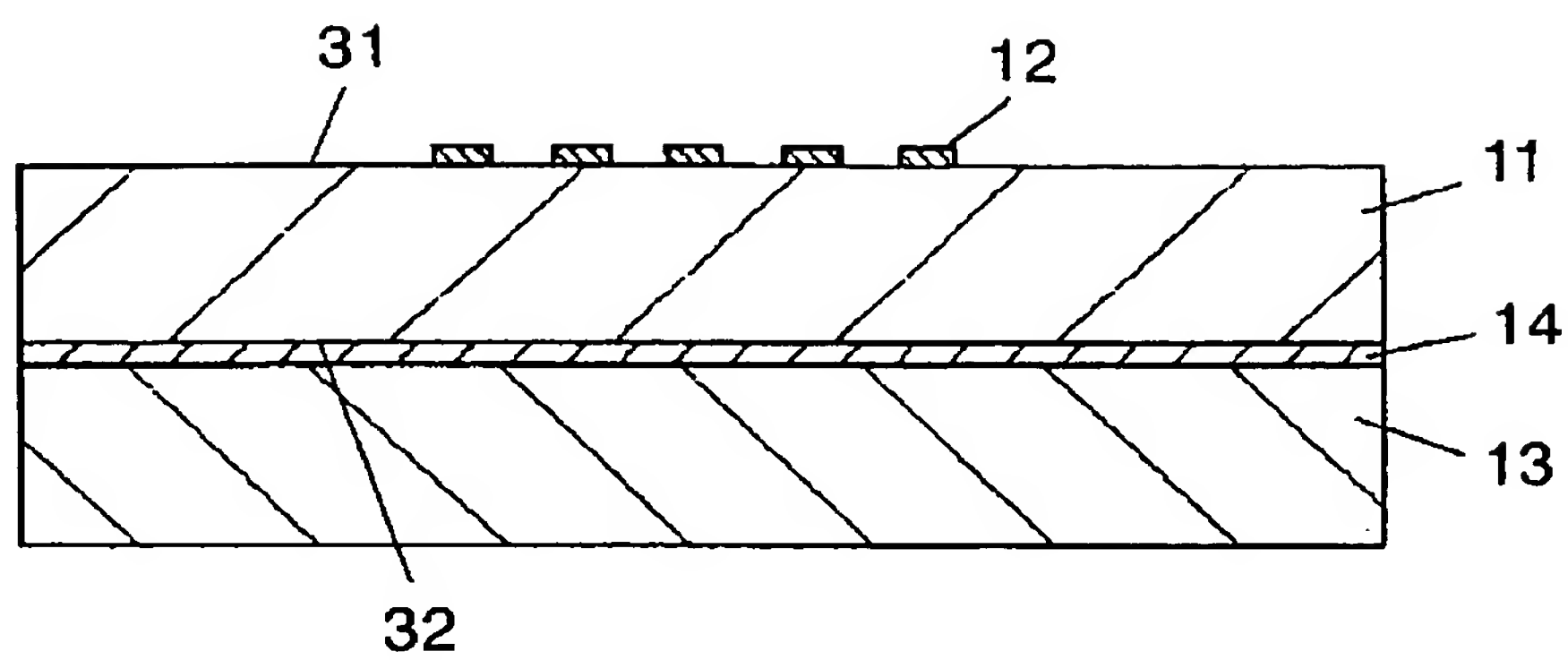
記載の弾性表面波素子の製造方法。

- [10] さらに、前記圧電基板の第2の主面全体に前記第1の金属層を形成した後に、前記第1の金属層の一部の金属をエッチングにより取り除くステップと、
前記支持基板の主面全体に前記第2の金属層を形成するステップと、
前記第1の金属層と前記第2の金属層とを常温で接合するステップとを備えた請求項7記載の弾性表面波素子の製造方法。
- [11] さらに、前記第1の金属層と前記第2の金属層とを常温で接合するステップと、
前記支持基板にスルーホールを形成するステップと、
少なくとも前記スルーホール内壁を覆う導電体を、少なくともスパッタまたはメッキのいずれか一方によって形成し、かつ前記第2の金属層と電氣的に接続するステップとを含む請求項7記載の弾性表面波素子の製造方法。

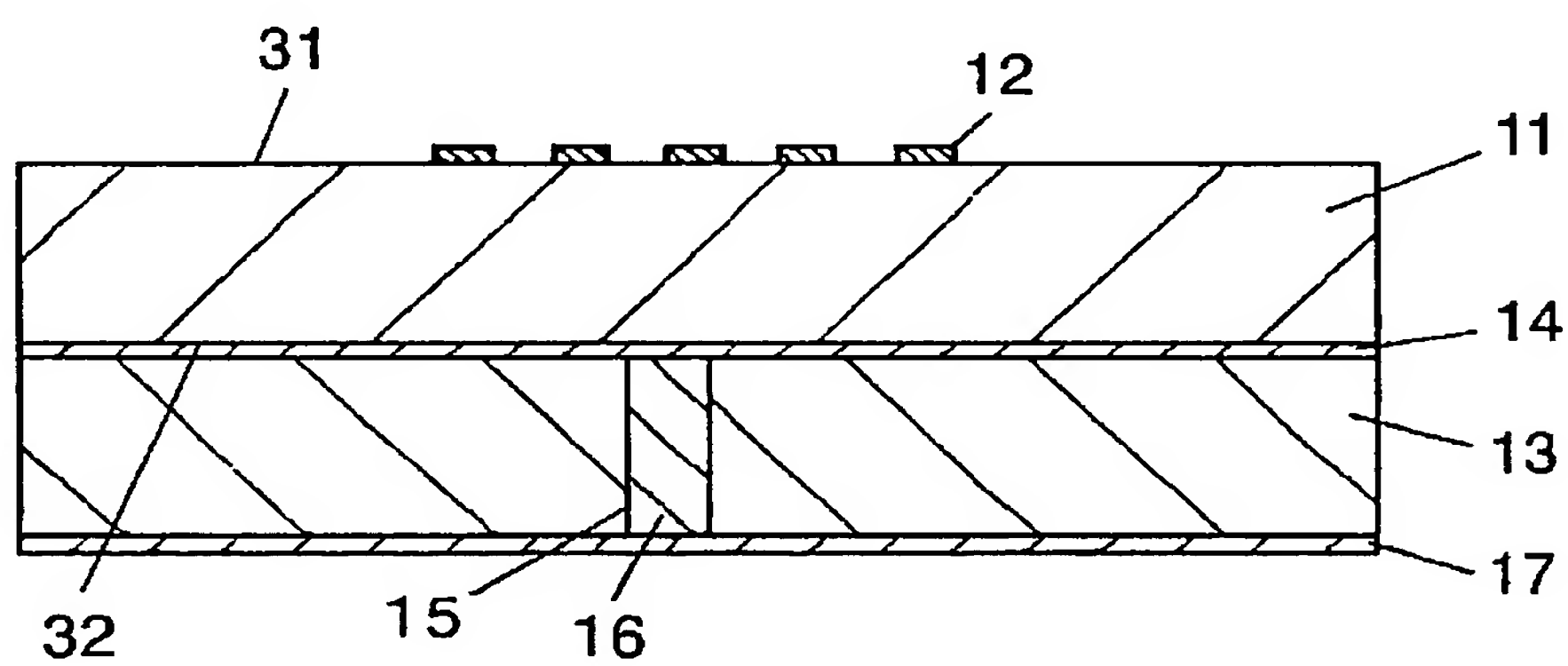
要 約 書

弾性表面波素子において、圧電基板と、この圧電基板の第1の主面上に形成された櫛形電極と、圧電基板の第2の主面と接合された支持基板とを含み、圧電基板の第2の主面と支持基板とは金属層を介して接合される。その製造方法は、圧電基板における第2の主面に第1の金属層を形成し、支持基板の主面に第2の金属層を形成する。そして、第1の金属層と第2の金属層の表面をプラズマ中で活性化し、第1の金属層と第2の金属層とを常温で接合し、圧電基板の第1の主面に櫛形電極を形成する。

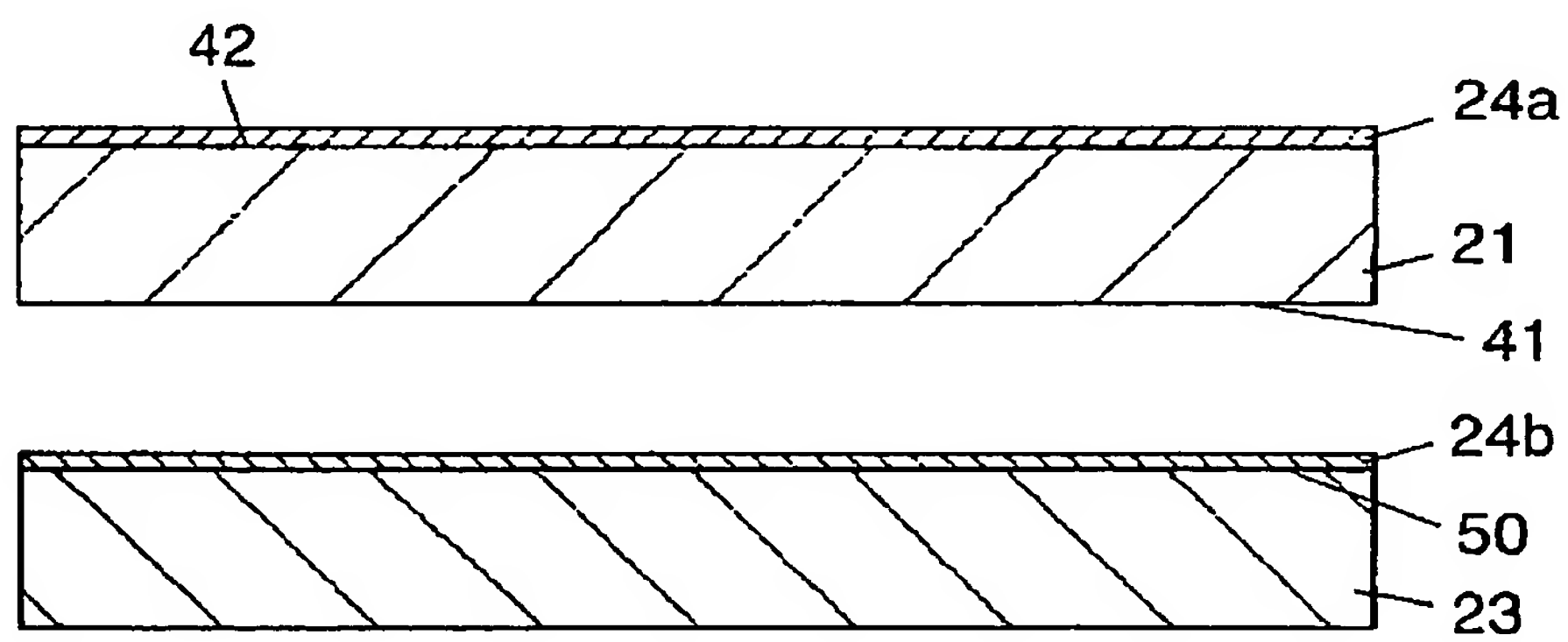
[図1]



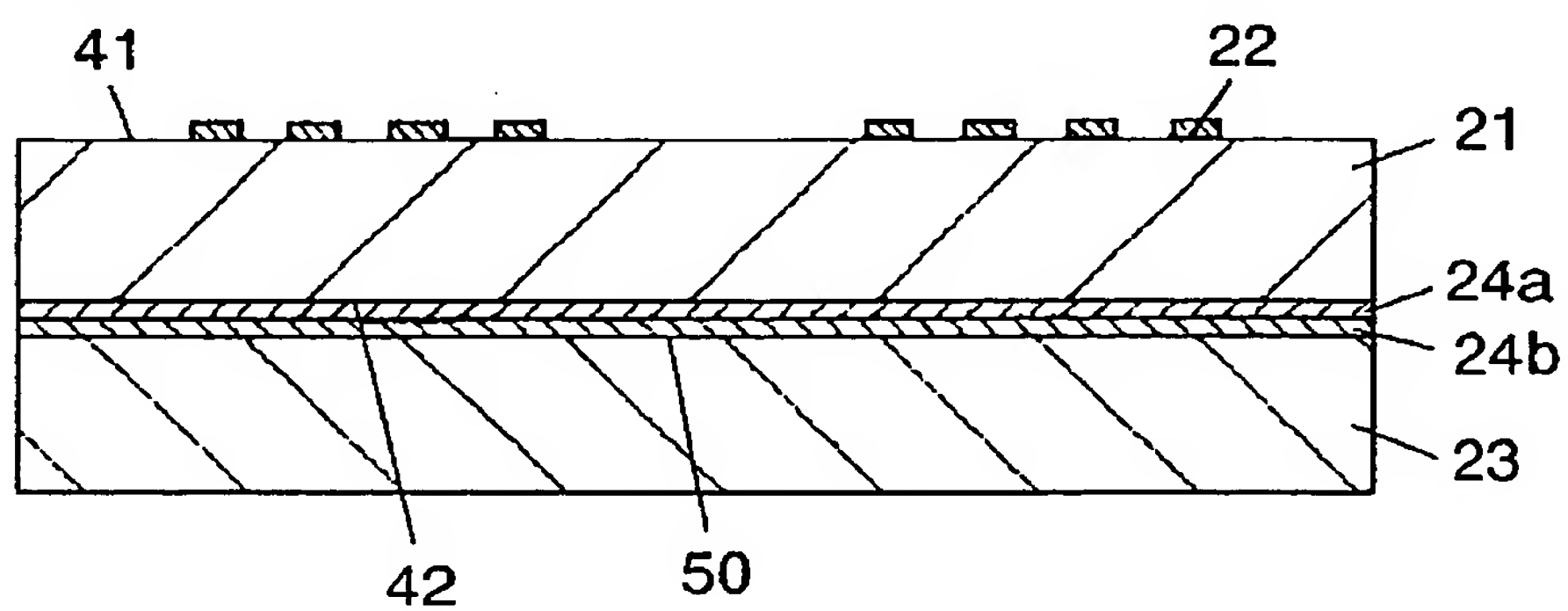
[図2]



[図3A]



[図3B]



[図3C]

